

**PERBANDINGAN APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN  
*BACKPROPAGATION* DENGAN METODE *OPTIMAL BRAIN DAMAGE* DAN  
ARCH - GARCH UNTUK MEMPREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM  
GABUNGAN (IHSG)**



**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**Aditya Wisnu Broto**

**J2E 005 211**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2010**  
**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN I .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN II .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
DAFTAR SIMBOL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	6

1.3. Pembatasan Masalah .....	7
1.4. Tujuan Penelitian .....	8
1.5. Manfaat Penelitian.....	8
1.6. Sistematika Penulisan .....	9

## BAB II KONSEP DASAR

2.1. Konsep Dasar Analisis Runtun Waktu .....	10
2.2. Stasioneritas dan Nonstasioneritas .....	11
2.2.1. Definisi Stasioneritas .....	11
2.2.2. Nonstasioner.....	18
2.3. Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial .....	18
2.3.1. Fungsi Autokorelasi.....	18
2.3.2. Fungsi Autokorelasi Parsial .....	21
2.4. Proses <i>White Noise</i> .....	23
2.5. Model Runtun Waktu Nonmusiman .....	24
2.5.1. Model Autoregresif (AR) Orde $p$ .....	24
2.5.2. Model Moving Average (MA) Orde $q$ .....	25
2.5.2. Model Campuran Autoregresif dan Moving Average (ARMA( $p,q$ )) .	26
2.5.2. Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA( $p,d,q$ )) .....	27

2.6. Model Runtun Waktu Musiman .....	27
2.7. Tahapan-tahapan Pemodelan Runtun Waktu .....	28
2.7.1. Identifikasi Model .....	28
2.7.2. Estimasi Parameter Runtun Waktu .....	29
2.7.3. Pemeriksaan Diagnostik .....	32
2.8. Heteroskedastisitas .....	35
2.8.1. Sifat Dasar Heteroskedastisitas .....	35
2.8.2. Heteroskedastisitas dalam Runtun Waktu .....	36
2.9. Model Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) .....	37
2.9.1. Proses ARCH .....	37
2.9.2. ARCH (1) .....	41
2.9.3. ARCH (q) .....	43
2.9.4. Model Regresi ARCH .....	44
2.9.5. Estimasi parameter model ARCH .....	45
2.10. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity .....	48
2.10.1. Estimasi Parameter pada Model GARCH .....	49
2.10.2. Identifikasi Proses ARCH-GARCH .....	53

2.10.3. Pengujian Parameter ARCH-GARCH.....	55
2.10.4. Langkah Kerja ARCH-GARCH .....	56
2.10.5. Flowchart ARCH-GARCH.....	57
2.11. Jaringan Syaraf Tiruan.....	58
2.11.1. Neuron .....	60
2.11.1.1 Neuron pada Biologi .....	60
2.11.1.2 Neuron pada Jaringan Syaraf Tiruan.....	62
2.11.2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....	63
2.11.3. Metode Penentuan Bobot Koneksi Antar Unit.....	64
2.11.4. Fungsi Aktivasi .....	65
2.11.5. Model Jaringan Syaraf Tiruan.....	67
2.12. Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> .....	68
2.12.1. Arsitektur <i>Backpropagation</i> .....	68
2.12.2. Perancangan Model <i>Backpropagation</i> .....	70
2.12.3. Normalisasi.....	70
2.12.4. Inisialisasi Bobot Awal Secara Random.....	70
2.12.5. Algoritma Pelatihan Standar <i>Backpropagation</i> .....	71

2.12.6. Teknik Optimasi Nilai Bobot dengan <i>Leverberg-Marquart</i> .....	76
2.12.7. <i>Prunning</i> Jaringan Syaraf Tiruan .....	85
2.12.8. <i>Flowchart</i> ARCH-GARCH.....	90
2.12.9. Lama Iterasi .....	91
2.13. Kriteria Pemilihan Model Terbaik .....	92
2.13.1. <i>Akaike Information Criterion (AIC)</i> .....	92
2.13.1. <i>Mean Squared Error (MSE)</i> .....	93
2.14. Prediksi .....	93
2.15. Komparasi Hasil Prediksi .....	94
2.16. Tinjauan Ekonomi .....	94
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
3.1. Indeks Harga Saham Gabungan.....	97
3.2. Data .....	99
3.3. Perancangan dan Prediksi Sistem Jaringan Syaraf Tiruan .....	99
3.3.1. Data Inputan.....	99
3.3.2. Arsitektur Jaringan.....	100
3.3.3. Pelatihan dan Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan .....	100

3.4. Prediksi dengan Metode ARCH- GARCH.....	119
3.4.1. Uji Stasioneritas.....	120
3.4.1.1. Correlogram .....	120
3.4.1.2. Uji Dickey-Fuller .....	124
3.4.2. Pemodelan Data Indeks Harga Saham Gabungan .....	125
3.4.2.1. Model ARIMA ([1 5 22], 1, 0) .....	126
3.4.2.2. Model ARIMA (0, 1, [1 5]) .....	128
3.4.2.3. Model ARIMA ([1 2], 1, 1) .....	131
3.4.3. Uji Kenormalan pada Residual Data IHSG .....	134
3.4.4. Kriteria Pemilihan Model Mean ARIMA Terbaik .....	134
3.4.5. Uji ARCH-LM .....	135
3.4.6. Estimasi Parameter GARCH .....	136
3.4.6.1. Model ARCH(1).....	137
3.4.6.2. Model ARCH(2).....	138
3.4.6.3. Model ARCH([1 5]).....	139
3.4.6.4. Model GARCH(1,1) .....	140
3.4.6.5. Model GARCH([1 5],1) .....	141

3.4.6.6. Model GARCH (1,[1 5]) .....	142
3.4.7. Pemilihan Model Terbaik .....	143
3.4. Hasil Prediksi.....	144
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	146
4.1. Kesimpulan .....	146
4.2. Saran .....	147
DAFTAR PUSTAKA .....	149
LAMPIRAN .....	154



## ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini dibahas mengenai perbandingan aplikasi jaringan syaraf tiruan *backpropagation* metode *Optimal Brain Damage* dan ARCH-GARCH untuk memprediksi nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan dalam bentuk *Mean Square Error* (MSE). *Optimal Brain Damage* merupakan metode tentang proses penyederhanaan arsitektur jaringan syaraf tiruan menuju kondisi optimal melalui penghapusan bobot/link yang mempunyai pengaruh minimum terhadap perubahan residual. Arsitektur NN yang digunakan adalah *Backpropagation* (BP) dengan metode pembelajaran *Levenberg Marquardt*. Pada model analisis runtun waktu, model yang mengasumsikan bahwa variansi residual tidak konstan adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH). Model ini memperlakukan variansi dari residual sebagai proses Autoregressive (AR). Keberadaan proses ARCH dapat diuji dengan *Lagrange Multiplier* atau FAK residual kuadrat.

Dari analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa Indeks Harga Saham Gabungan mempunyai model mean:

$$X_t = (X_{t-1} + 0.1293X_{t-1} - 0.1114X_{t-5} + 0.11486X_{t-22} - 0.1293X_{t-2} + 0.11144X_{t-6} - 0.11486X_{t-23})^2$$

Karena pengujian kuadrat residual ditemukan kasus heterokedastisitas, maka dilakukan pemodelan terhadap varian errornya sehingga diperoleh model GARCH(1,1) sebagai berikut:

$$h_t = 0.013690 + 0.138800\varepsilon_{t-1}^2 + 0.803460h_{t-1}$$

Sedangkan *pruning* OBD untuk *hidden node* 1 sampai 10, lebih cocok digunakan pada arsitektur NN dengan *hidden node* 3. Hal ini ditandai dengan nilai MSE yang paling kecil.

Dari hasil prediksi nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) tanggal 6-20 Januari 2009 dapat diketahui nilai  $MSE_{JST}$  adalah 218.9089 sedangkan  $MSE_{GARCH(1,1)}$  sebesar 378.5213 sehingga dapat disimpulkan bahwa jaringan syaraf tiruan *backpropagation* metode *Optimal Brain Damage* memiliki performa prediksi lebih baik dibandingkan metode GARCH (1,1).

**Kata kunci:** *Optimal Brain Damage*, *Levenberg Marquardt*, ARCH-GARCH, IHSG

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I. Latar Belakang**

Runtun waktu merupakan himpunan observasi berurut dalam waktu. Suatu runtun waktu dapat dipandang sebagai suatu realisasi dari suatu proses stokastik. Analisis runtun waktu secara umum bertujuan untuk mempelajari atau membuat mekanisme model stokastik yang memberikan reaksi runtun waktu yang diobservasi dan memprediksi nilai runtun waktu yang akan datang (meramalkan) didasarkan pada historis itu sendiri (Soejoeti, Z., 1987).

Dalam analisa runtun waktu, terdapat bermacam-macam metode peramalan. Salah satunya dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) atau dikenal dengan *neural network*. JST sederhana pertama kali diperkenalkan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943. Pada tahun 1958, Rosenblatt memperkenalkan dan mulai mengembangkan model jaringan yang disebut perceptron. Kemudian pada tahun 1960, Windrow dan Holf mengembangkan perceptron dengan memperkenalkan aturan pelatihan jaringan yang terkenal dengan aturan delta (Siang, 2005).

Apa yang dilakukan peneliti terdahulu hanya menggunakan jaringan layer tunggal (*single layer*). Pada tahun 1986 Rumelhart mengembangkan perceptron menjadi *backpropagation* yang memungkinkan jaringan diproses melalui beberapa layer. Pada

tahun 1990an aplikasi model JST berkembang untuk menyelesaikan masalah dunia nyata (Siang, 2005).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem komputasi jaringan syaraf buatan yang bekerja seperti sistem jaringan syaraf biologi. JST telah banyak digunakan dalam berbagai hal terutama dalam pengenalan pola. Maksud dari istilah buatan adalah membuat model sistem komputasi yang menirukan cara kerja jaringan syaraf biologi, bukan mempunyai arti konotasi bahwa manusia membuat jaringan syaraf aslinya (Siang, 2005). Model Jaringan Syaraf Tiruan adalah nonparametrik dalam karakter dan telah disarankan bahwa seluruh proses secara lengkap dapat dikerjakan langsung oleh komputer (Antok dan Suhartono, 2000).

Jaringan syaraf tiruan mempunyai kemampuan pembelajaran dan meramalkan data keluaran pada waktu mendatang berdasarkan hasil pembelajaran yang dihasilkan. Model jaringan syaraf tiruan yang digunakan dalam penulisan ini menggunakan algoritma belajar *backpropagation* dimana output dari jaringan dibandingkan dengan target yang diharapkan sehingga diperoleh residual output. Kemudian residual ini dipropagasi balik untuk memperbarui bobot jaringan dalam rangka meminimalisasi residual. Untuk penyederhanaan arsitektur jaringan menuju kondisi optimal dengan cara *pruning* atau pemotongan *link* yang mempunyai pengaruh minimum terhadap perubahan residual (*saliency*). Terdapat beberapa metode *pruning*, diantaranya adalah *Magnitude base pruning*, *Optimal Brain Surgeon*, *Optimal Brain Damage* dan *Neural Network Pruning with Penalty Function* (N2P2F). Dari beberapa metode *pruning* tersebut, menurut Le Cun metode *Optimal Brain Damage* (OBD) mempunyai kelebihan yaitu sebagai prosedur otomatis dalam minimisasi jaringan dan sebagai alat interaktif

untuk menunjukkan arsitektur jaringan yang lebih baik. Metode ini menggunakan turunan kedua dari fungsi *error* terhadap bobot, dengan menggunakan elemen diagonal dari matrik Hessian. Karakteristik dari metode ini adalah setelah dilakukan *pruning*, perlu dilakukan pelatihan kembali terhadap jaringan sehingga diharapkan nilai prediksi dan pergerakannya dapat diadaptasi serta akan menghasilkan suatu peramalan yang lebih mendekati dari nilai yang sesungguhnya.

Pasar modal adalah pasar dari berbagai instrumen keuangan (sekuritas) jangka panjang yang dapat diperjualbelikan, baik dalam bentuk hutang (obligasi) maupun modal sendiri (saham) yang diterbitkan pemerintah atau perusahaan swasta. Pada dasarnya fungsi pasar modal sebagai wahana demokratisasi kepemilikan saham yang ditunjukkan dengan semakin banyaknya institusi dan individu yang memiliki saham perusahaan yang telah *go public* (Suad Husnan, 1994).

Pasar modal merupakan salah satu indikator keadaan perekonomian suatu negara. Jika kondisi perekonomian sedang baik, maka langsung tercermin pada harga-harga sekuritas yang diperdagangkan di pasar modal tersebut. Sebaliknya, apabila kondisi perekonomian memburuk, kinerja pasar yang dicerminkan dengan Indeks Harga Saham Gabungan juga akan berpengaruh.

Kinerja pasar modal secara umum dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang mempengaruhi aktivitas bursa efek, yang berasal dari kinerja mikro ekonomi yang dihasilkan oleh kinerja yang mencatatkan pada suatu bursa efek, misal volume transaksi, kapitalisasi pasar dan jumlah perusahaan. Sedangkan faktor eksternal adalah variabel yang berasal dari luar seperti kondisi politik, ekonomi dan keamanan (Sri Handari dkk, 1996).

Perkembangan pasar modal tidak terlepas dari peran investor yang melakukan transaksi di pasar modal. Investor sebagai pihak yang kelebihan dana, tertarik untuk berinvestasi di pasar modal karena peluang mendapatkan *return* lebih tinggi dibandingkan bentuk investasi finansial yang lain seperti deposito. Namun para investor tidak begitu saja melakukan pembelian saham sebelum melakukan penilaian dengan baik terhadap emiten. Dua hal yang akan dihadapi investor adalah tingkat keuntungan yang diharapkan dan tingkat risiko. Risiko yang ada ditimbulkan oleh adanya unsur ketidakpastian. Risiko akan semakin besar apabila terjadi penyimpangan yang semakin besar terhadap tingkat keuntungan yang diharapkan. Pada umumnya investor akan lebih memilih investasi yang memberikan tingkat keuntungan yang lebih besar dengan tingkat risiko yang ditanggung sama, atau tingkat keuntungan sama tetapi dengan tingkat risiko yang ditanggung lebih kecil. Oleh karena itu, investor mesti berhati-hati dalam memilih instrumen keuangan yang diperdagangkan di bursa. Saham adalah salah satu instrumen yang paling banyak diminati investor.

Untuk mendapatkan keuntungan dalam investasinya dan meminimalkan risiko, seorang investor dituntut untuk dapat memahami dan menggunakan data historis serta memberi penilaian yang logis agar mampu membuat rencana-rencana yang tepat untuk memenuhi permintaan pada masa yang akan datang. Ramalan-ramalan dibuat untuk membantu investor dalam menentukan strategi-strategi alternatif. Pertimbangan-pertimbangan secara subyektif sangat penting dalam analisis runtun waktu, karena pendekatan probabilitas yang memadai untuk analisis seperti ini belum ditemukan. Jika data masa lampau digunakan untuk mendapatkan petunjuk keadaan di masa yang akan datang, harus diingat bahwa faktor-faktor penyebab (*causal conditions*) jarang sekali

konstan, terutama dalam kegiatan ekonomi dan bisnis. Faktor-faktor penyebab ini cenderung berubah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, hubungan antara keadaan di masa lalu, sekarang dan masa yang akan datang harus dievaluasi terus-menerus.

Data finansial biasanya bersifat sangat acak (random) dan memiliki volatilitas yang tinggi. Data dengan volatilitas yang tinggi akan sulit untuk diprediksi secara tepat. Salah satu besaran yang mengukur volatilitas adalah varian. Varian mengukur harapan seberapa besar nilai suatu data acak berbeda terhadap rata-rata secara keseluruhan (Surya dan Hariadi, 2003).

Investor yang spekulatif menyukai saham-saham yang mempunyai volatilitas tinggi, karena memungkinkan memperoleh keuntungan (*gain*) yang besar dalam jangka waktu yang singkat. Selain keuntungan besar, volatilitas yang tinggi dapat mengakibatkan kerugian (*loss*) yang besar pula. Untuk menghindari kerugian ini, dibutuhkan model yang dapat digunakan untuk memprediksi volatilitas saham. Volatilitas juga dipandang sebagai salah satu ukuran kecepatan pasar (*speed of the market*). Pasar yang bergerak lambat (*move slowly*) adalah pasar yang bervolatilitas rendah (*low-volatility market*), sedangkan pasar yang bergerak cepat (*move quickly*) adalah pasar yang bervolatilitas tinggi (*high-volatility market*).

Beberapa metode telah dikembangkan untuk memodelkan data acak antara lain metode Autoregresif. Secara umum metode Autoregresif meramalkan data acak di waktu mendatang berdasarkan data acak periode sebelumnya. Metode Autoregresif yang berkembang saat ini dapat dipisahkan menjadi dua bagian yaitu metode Autoregresif dengan asumsi varian konstan dan asumsi varian yang tidak konstan.

Model *Autoregressive* (AR), *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah metode Autoregresif dengan asumsi varian konstan. Sementara itu, *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) adalah metode Autoregresif dengan asumsi varian tidak konstan.

Pada penelitian ini ingin diketahui kelebihan dan kekurangan dari jaringan syaraf tiruan *backpropagation* metode *Optimal Brain Damage* bila dibandingkan dengan metode ARCH - GARCH dalam bentuk *Mean Square Error* (MSE).

## **II. Perumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah pergerakan saham mengalami fenomena heteroskedastisitas (*time varying volatility*)?
2. Bagaimana memodelkan nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* metode *Optimal Brain Damage* dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).
3. Bagaimana memprediksi nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) untuk periode berikutnya menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan metode *Optimal Brain Damage* dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

4. Membandingkan hasil prediksi nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan metode *Optimal Brain Damage* dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) dalam bentuk *Mean Square Error* (MSE).

### III. Pembatasan Masalah

Dalam pembahasan ini, yang menjadi batasan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Pembahasan hanya dilakukan pada pemilihan arsitektur optimal dalam JST arsitektur *backpropagation* dengan satu lapisan tersembunyi dan pada lapisan output terdiri dari satu unit output.
2. Pada lapisan tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* sedangkan pada lapisan output fungsi aktivasi *identitas*.
3. Penyederhanaan arsitektur jaringan yang dilakukan meliputi jumlah *link* melalui proses *pruning* (pemotongan *link*) terhadap bobot/*link* yang mempunyai pengaruh kecil terhadap jaringan.
4. Metode optimalisasi bobot yang digunakan adalah *Levenberg Marquardt* dan metode *pruning* yang digunakan adalah *Optimal Brain Damage* (OBD).
5. Penentuan jumlah *node* pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) antara 1 sampai 10 *node*.



6. Data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) yang dipublikasikan oleh Bursa Efek Jakarta (BEJ) mulai 31 Juli 2007 sampai dengan 6 Mei 2009.

#### **IV. Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah memilih dan membandingkan aplikasi model jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan metode *Optimal Brain Damage* dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) dalam bentuk *Mean Square Error* (MSE) untuk memprediksi nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), sehingga diperoleh pemodelan runtun waktu yang efektif dan dapat menentukan pada kondisi yang bagaimana model runtun waktu tersebut menyediakan perkembangan akurasi prediksi terbaik.

#### **V. Manfaat Penulisan**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi kepada pihak yang berkepentingan mengenai signifikansi model Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).
2. Memberikan informasi prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dikemudian hari yang bisa menjadi acuan para investor dalam penanaman modal.
3. Pada bidang akademik, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan pengembangan penelitian lebih lanjut dan juga dapat menambah

keahlian pustaka bagi yang berminat mendalami pengetahuan dalam bidang pasar modal.

## **VI. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir dengan judul ” Perbandingan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan Metode *Optimal Brain Damage* dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) ” meliputi empat bab. Bab I Pendahuluan, menguraikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir. Bab II Konsep Dasar, menjelaskan konsep dasar yang terdiri dari model-model deret waktu, jaringan syaraf tiruan *backpropagation* metode *Optimal Brain Damage* (OBD) dan ARCH-GARCH yang merupakan tinjauan secara statistik. Sedangkan, untuk tinjauan nonstatistik akan dibahas penjelasan mengenai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Bab IV Analisis dan Pembahasan, menjelaskan hasil dan analisis yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, dengan membandingkan hasil prediksi nilai harian Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dari aplikasi model jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan metode *Optimal Brain Damage* dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) dalam bentuk *Mean Square Error* (MSE). BAB IV berisi

Kesimpulan dan Saran, yaitu diberikan beberapa kesimpulan dan saran dari keseluruhan penulisan tugas akhir.